

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

15 DEC 2004



REC'D 28 DEC 2004

WIPO

PCT

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 57 522.7

**Anmeldetag:** 8. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:** Marconi Communications GmbH, 71522 Backnang/DE

**Bezeichnung:** Datenübertragungsverfahren und -netzwerk

**IPC:** H 04 L, H 04 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 19. Oktober 2004,  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

MARCONI COMMUNICATIONS GMBH, 71522 BACKNANG

G. 81687

5

**Datenübertragungsverfahren und -netzwerk**

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung in einem Netzwerk sowie ein Netzwerk, in welchem ein solches Verfahren anwendbar ist.

15 Moderne Telekommunikationsnetzwerke müssen eine Vielzahl unterschiedlicher Dienste unterstützen, die sich in ihren Qualitätsanforderungen, etwa hinsichtlich ihres Bandbreitenbedarfs, zulässiger Signallaufzeiten, Schwankungsbreite der Datenrate, etc. unterscheiden. Neue Telekommunikationsstandards wie etwa ATM (Asynchronous Transfer Mode) tragen dieser Anforderung Rechnung, indem sie es erlauben, in einer einheitlichen Übertragungs-Infrastruktur sogenannte virtuelle Pfade (Virtual Paths) zu definieren, in welchen Daten einer Vielzahl von Einzelverbindungen zwischen an das Netzwerk angeschlossenen Endgeräten, die jeweils gleiche Qualitätsanforderungen haben, zwischen Knoten des Netzwerks gemeinsam übertragen werden können.

20 25 30 Seit der Aufhebung des Telekommunikationsmonopols ist eine große Zahl von privaten Anbietern von Telekommunikationsleistungen auf dem Markt erschienen, die eine vorhandene Telekommunikations-Infrastruktur

wenigstens stellenweise gemeinsam nutzen, indem sie beispielsweise einen bestimmten Anteil an der Bandbreite einer existierenden Übertragungsstrecke dauerhaft pachten, um sie ihren Kunden jeweils für 5 deren Endgeräteverbindungen zur Verfügung zu stellen. Der Grad der Auslastung, der auf einer solchen Übertragungsstrecke erreichbar ist, wird durch die Aufteilung auf verschiedene Diensteanbieter nicht verbessert. Solange nämlich die Übertragungsstrecke unter der Kontrolle eines einzigen 10 Anbieters steht, kann dieser die Einrichtung von zusätzlichen Endgeräteverbindungen über die Übertragungsstrecke zulassen, bis deren Gesamtkapazität nicht mehr ausreicht, um eine weitere Verbindung darin unterzubringen. Ist die Übertragungsstrecke jedoch an mehrere Anbieter verpachtet, so kann jeder einzelne nur Endgeräteverbindungen im Rahmen der von ihm gepachteten Bandbreite zulassen; neue Verbindungen, die zu einer Überschreitung 15 der gepachteten Bandbreite führen würden, können auch dann nicht zugelassen werden, wenn ein von einem anderen Anbieter gepachteter Bandbreitenanteil teilweise brachliegt.

20

25 In US 6,097,722 wird vorgeschlagen, auf einer ATM-Übertragungsstrecke, in der mehrere Gruppen von virtuellen Pfaden jeweils von unterschiedlichen Anbietern genutzt werden, den Anbietern eine zeitweilige Überschreitung der von ihnen gepachteten Bandbreite zu gestatten, indem ihnen Bandbreite, die an sich einem anderen Anbieter gehört, von diesem aber zeitweilig nicht ausgelastet wird, „leihweise“ zur Verfügung gestellt wird. Diese ausgeliehene Bandbreite muss dem „Eigentümer“ je-

30

derzeit zurückgegeben werden können, wenn dieser sie beansprucht, so dass der Entleiher sie für höherwertige Dienste, die kontinuierlich zur Verfügung stehende Bandbreite oder kurze Signallaufzeiten erfordern, nicht einsetzen kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren zur Datenübertragung in einem Netzwerk bzw. ein zur Durchführung des Verfahrens geeignetes Netzwerk zu schaffen, die es erlauben, auf einer Übertragungsstrecke, die von mehreren Nutzern gleichzeitig genutzt wird, wobei jedem Nutzer ein Teil der Gesamtbandbreite der Übertragungsstrecke zu jederzeitigen ausschließlichen Nutzung zugesichert ist, einem Benutzer Bandbreite über den zugesicherten Umfang hinaus mit einer erhöhten Verfügbarkeit bereitzustellen, und die es unter Umständen auch ermöglichen, diese zusätzlich bereitgestellte Bandbreite für höherwertige Dienste zu nutzen.

Die Erfindung basiert auf dem Einsatz einer Funkstrecke als Übertragungsstrecke und auf der Tatsache, dass die Übertragungsqualität auf einer Funkstrecke von zeitlich veränderlichen Randbedingungen wie etwa den an ihr herrschenden klimatischen Bedingungen, Interferenzen mehrerer Ausbreitungswege oder gleichfrequenten Störern abhängig ist. Um eine verlangte hohe Verfügbarkeit der Funkstrecke von 100%- $\epsilon$  zu gewährleisten (d.h. die Funkstrecke muss während eines Anteils von 100%- $\epsilon$  an der Betriebszeit des Netzwerkes mit einer spezifizierten Bandbreite zur Verfügung stehen, wobei  $\epsilon$  wesentlich kleiner als 1 % ist), muss auf dieser

ein physikalischer Übertragungsmodus, d.h. eine Kombination von Modulation und Codierung, eingesetzt werden, die auch bei sehr ungünstigen klimatischen Bedingungen funktioniert. Nur während eines Anteils  $\epsilon$  an der Betriebszeit der Funkstrecke dürfen die klimatischen Bedingungen so schlecht sein, dass sie zu einer Beeinträchtigung der Übertragung auf der Funkstrecke führen. Je höher die Anforderungen an die Verfügbarkeit sind, um so robuster muss der physikalische Übertragungsmodus gewählt werden, und um so größer ist der Bandbreitenunterschied zwischen diesem als Basismodus bezeichneten Übertragungsmodus und einem weniger robusten, aber schnelleren Modus, der unter günstigen klimatischen Bedingungen ebenfalls eingesetzt werden könnte.

Indem erfindungsgemäß die Übertragungsqualität der Funkstrecke überwacht wird und, wenn die Übertragungsqualität der Funkstrecke dies zulässt, diese mit einem Übertragungsmodus von höherer Bandbreite als der des Basismodus betrieben wird, wird wenigstens zeitweilig zusätzliche Bandbreite gewonnen, die für einen zeitweiligen Bandbreitenbedarf eines Anbieters genutzt werden kann, der über den von ihm gebuchten und ihm zugesicherten Teil der Gesamtbandbreite der Funkstrecke im Basismodus hinausgeht. Je höher die verlangte Verfügbarkeit ist, d.h. je kleiner  $\epsilon$  ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass zu einem willkürlich gewählten Zeitpunkt durch Verwendung eines schnelleren Modus als des Basismodus zusätzliche Bandbreite generiert werden kann.

Einer ersten, einfachen Ausgestaltung des Verfahrens zufolge wird die Funkstrecke ständig mit demjenigen physikalischen Übertragungsmodus betrieben, der unter den mit der erfassten Übertragungsqualität der Funkstrecke kompatiblen Übertragungsmodi die höchste Bandbreite aufweist. Dieses Verfahren macht eine fortlaufende Anpassung des Übertragungsmodus an die klimatischen Bedingungen erforderlich, doch steht, wenn ein Anbieter Bandbreite über den von ihm gebuchten Teil hinaus benötigt, jederzeit die jeweils höchste unter den gegebenen Bedingungen realisierbare Bandbreite auf der Funkstrecke zur Verfügung.

Einer alternativen, zweiten Ausgestaltung des Verfahrens zufolge wird unter den mit einer erfassten Übertragungsqualität der Funkstrecke kompatiblen Übertragungsmodi immer der jeweils robusteste verwendet, dessen Bandbreite den Gesamtbandbreitenbedarf deckt, der sich aus den von den einzelnen Anbietern gebuchten Bandbreiten und den von ihnen jeweils über das gebuchte Maß hinaus in Anspruch genommenen Bandbreiten zusammensetzt. Durch Änderung der klimatischen Bedingungen erzwungene Wechsel sind hier seltener als bei der ersten Ausgestaltung; Hauptursache für Änderungen des Übertragungsmodus sind hier Fluktuationen des Bandbreitenbedarfs der Anbieter. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist allerdings, dass die Funkstrecke jederzeit mit der niedrigst möglichen Sendeleistung betrieben werden kann, so dass Störungen anderer, einen gleichen Frequenzbereich nutzender Funkstrecken vermieden werden.

Eine Kompromisslösung kann darin liegen, dass wenn der Gesamtbandbreitenbedarf der verschiedenen Anbieter kleiner als die Bandbreite des breitbandigsten der mit der erfassten Übertragungsqualität der Funkstrecke kompatiblen Übertragungsmodi ist, der jeweils robusteste unter diesen kompatiblen Übertragungsmodi verwendet wird, dessen Bandbreite den Gesamtbandbreitenbedarf zuzüglich einer Sicherheitsmarge deckt. Das Vorhandensein der Sicherheitsmarge erlaubt es, aus ihr heraus kurzfristig über das gebuchte Maß hinausgehenden Bandbreitenbedarf der einzelnen Anbieter zu befriedigen, ohne dass hierfür vorab ein Wechsel des Übertragungsmodus erforderlich ist.

15

Eine besonders vorteilhafte Möglichkeit, kurzfristige kleine Änderungen des Bandbreitenbedarfs ohne Wechsel des Übertragungsmodus abzufangen, ist eine Anpassung der Sendeleistung. So kann, wenn ein Wechsel zu einem schnelleren Modus für nötig erkannt worden ist, zur Vorbereitung des Wechsels zunächst die Sendeleistung im alten Modus kurzzeitig erhöht werden, um die Bitfehlerrate zu verringern und die Zahl der Zellen zu verringern, die wegen eines Übertragungsfehlers erneut übertragen werden müssen.

30

Wenn auf der Funkstrecke unterschiedliche Dienste übertragen werden, von denen nicht alle eine konstante Bitrate aufweisen, ist es schwierig, den Gesamtbandbreitenbedarf aus den für einzelne Endgeräteverbindungen getroffenen Dienstqualitätsvereinbarungen abzuschätzen. Eine einfache Möglichkeit, eine Diskrepanz zwischen der Bandbreite des

aktuell verwendeten Übertragungsmodus und dem Gesamtbandbreitenbedarf der Anbieter abzuschätzen, ist die Verwendung eines Puffers an der senderseitigen Funkschnittstelle der Funkstrecke, in dem zu sendende Daten gepuffert werden, wobei festgestellt wird, dass der aktuell verwendete Übertragungsmodus den Gesamtbandbreitenbedarf nicht deckt, wenn der Füllstand des Puffers einen vorgegebenen Grenzwert übersteigt.

10

Da die Verweildauer der gepufferten Daten im Puffer nicht ohne Weiteres angegeben werden kann, sollten nur Daten gepuffert werden, die zu einem virtuellen Pfad mit unspezifizierter Bitrate gehören.

15

20 Eine Zulassungskontrolle (Call Admission Control, CAC), bei der über die Zulassung oder Nichtzulassung einer neu einzurichtenden Endgeräteverbindung entschieden wird, wird für jede Gruppe von virtuellen Kanälen unabhängig von den anderen Gruppen durchgeführt.

25

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

30

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer ersten Ausgestaltung eines erfindungsmaßen Netzwerks; und

Fig. 2 ein Blockdiagramm einer zweiten Ausgestaltung eines Netzwerks.

Als ein stark vereinfachtes Beispiel für ein erfundungsgemäßes Netzwerk ist in Fig. 1 ein Netzwerk mit vier Knoten 1, 2, 3, 4 dargestellt, die untereinander in einer linearen Kette durch Funkstrecken 5, 6, 7 verbunden sind, auf denen Daten in ATM-Zellen verpakt übertragen werden.

10 Jeder Knoten 1 bis 4 kann als aus im Wesentlichen zwei Komponenten bestehend aufgefasst werden, nämlich einer Funkschnittstelle 9 und einer Endgeräteschnittstelle 10. Die Schnittstellen 9 und 10 sind jeweils bidirektional, doch wird im Folgenden der Einfachheit halber jeweils nur eine Übertragungsrichtung betrachtet, d.h. der Knoten 1 wird hier nur in seiner Funktion als Senderknoten beschrieben und die Knoten 2 bis 4 in ihrer Eigenschaft als Empfängerknoten.

20 Eine symbolische Detailvergrößerung veranschaulicht den Datenverkehr auf der Funkstrecke 5 vom Knoten 1 zum Knoten 2. Der Datenverkehr auf dieser Funkstrecke 5 setzt sich aus drei Gruppen  $14_{12}$ ,  $14_{13}$ ,  $14_{14}$  von virtuellen Pfaden 15 zusammen. Die virtuellen Pfade 15 jeder Gruppe erstrecken sich jeweils zwischen den gleichen Knoten 1, 2 oder 1, 3 oder 1, 4 und unterscheiden sich voneinander in der vereinbarten Dienstqualität der auf ihnen zwischen an die Knoten angeschlossenen Endgeräten übertragenen Verbindungen. Da nur eine Übertragungsrichtung betrachtet wird, werden im Folgenden die an den Senderknoten 1 angeschlossenen Endgeräte auch als Quellen und die an den Empfängerknoten

2, 3 oder 4 angeschlossenen Endgeräte auch als Senken bezeichnet.

Der Teil der Bandbreite der Funkstrecke 5, der auf 5 jede einzelne Gruppe 14 entfällt, ist durch Vereinbarung zwischen einem Betreiber des Netzwerks und dem die betreffende Gruppe 14 nutzenden Anbieter von Telekommunikationsdienstleistungen festgelegt, und die Summe dieser Teile ist nicht größer 10 als die Gesamtbandbreite der Funkstrecke 5 bei Verwendung einer als Basismodus bezeichneten Kombination von Modulation und Codierung auf der Funkstrecke 5. Jedes Paar von Knoten 1+2, 1+3 bzw. 1+4 kann den ihm zugeordneten Teil der Bandbreite 15 der Funkstrecke 5 frei und ohne Koordination mit den Bedürfnissen der anderen Knotenpaare nutzen. Es muss lediglich vor dem Einrichten einer neuen 20 Verbindung zwischen Endgeräten eines Paares von Knoten sichergestellt sein, dass die Anforderungen dieser Verbindung hinsichtlich der Übertragungsqualität im Rahmen des dem betreffenden Knotenpaar zugeordneten Teils der Bandbreite der Funkstrecke 25 5 noch bereitgestellt werden kann. Verfahren, die dies gewährleisten, sind in der ATM-Technik unter der Bezeichnung Call Admission Control (CAC) bekannt und brauchen daher an dieser Stelle nicht im Detail erläutert zu werden. In Fig. 1 ist in die Endgeräteschnittstelle 10 des Knotens 1 für jede Gruppe 14 von virtuellen Pfaden, an die der Knoten 30 1 angeschlossen ist, ein CAC-Prozessor 12 eingezeichnet, doch versteht sich, dass diese Prozessoren nicht als Schaltungen jeweils mehrfach vorhanden sein müssen, sondern auch durch eine einzige Schaltung realisiert sein können, die im Zeitmul-

tiplex die CAC-Verarbeitung für die einzelnen Gruppen 14 durchführt.

Wenn die CAC-Verarbeitung ergibt, dass eine neue Verbindung zwischen Endgeräten der Knoten 1 und 2 nicht eingerichtet werden kann, weil in dem auf die Gruppe 14<sub>12</sub> entfallenden Teil der Bandbreite des Basismodus keine Kapazität mehr frei ist, wird diese Verbindung von der erfindungsgemäßen Endgeräteschnittstelle 10 jedoch nicht abgewiesen, sondern die Endgeräteschnittstelle 10 richtet eine Anfrage an eine Steuereinheit 13 der Funkschnittstelle 9 des Knotens 1, um zu erfahren, ob zusätzliche Übertragungskapazität zwischen den Knoten 1 und 2 bereit gestellt werden kann.

Die Funkschnittstellen 9 der Knoten 1 bis 4 unterstützen jeweils eine Mehrzahl von physikalischen Übertragungsmodi, d.h. von Kombinationen von Modulationen und Codierungen mit unterschiedlicher Robustheit und unterschiedlicher Bandbreite und sind in der Lage, neben den virtuellen Pfaden 15 der einzelnen Gruppen 14<sub>12</sub>, 14<sub>13</sub>, 14<sub>14</sub> einen zusätzlichen virtuellen Pfad 16 für Verkehr mit variabler oder unspezifizierter Bitrate einzurichten, der keiner der Gruppen zugeordnet ist. Außerdem verfügen sie über Einrichtungen zum Überwachen der Übertragungsqualität auf den Funkstrecken 5, 6, 7.

Einer ersten Ausgestaltung zufolge wählt die Steuereinheit 13 des Knotens 1 anhand der für die Funkstrecke 5 beispielsweise durch Messen des Signal-Rausch-Verhältnisses erfassten Übertragungsqualität unter den unterstützten Übertragungsmodi

jeweils denjenigen aus und verwendet ihn auf der Funkstrecke 5, der die jeweils höchste mit der erfassten Qualität der Funkstrecke 5 kompatible Bandbreite aufweist. D.h., obwohl die Bandbreite des Basismodus z.B. nur 15 Mb/s beträgt, kann zu einem Zeitpunkt, wo diese Steuereinheit 13 die Anforderung der Endgeräteschnittstelle 10 nach mehr Übertragungskapazität für die Gruppe 14<sub>12</sub> empfängt, die Übertragungskapazität der Funkstrecke 5 z.B. 30 oder 60 Mbit/s betragen, weil die Übertragungsbedingungen gut sind und ein wenig robuster Übertragungsmodus mit hoher Bandbreite verwendet wird. Die Steuereinheit 13 beantwortet in diesem Fall die Anfrage der Endgeräteschnittstelle 10 positiv.

15

Da der virtuelle Pfad 16 nicht die für den Basismodus auf der Funkstrecke 5 spezifizierte Verfügbarkeit 100%-ε hat, kann der Endgeräteschnittstelle 10 die benötigte Kapazität nicht dauerhaft zugesichert werden. Diese kann die Kapazität des virtuellen Pfades 16 somit zwar nicht für Verbindungen mit konstanter Bitrate (CBR) verwenden, wohl aber für solche mit variabler Bitrate (VBR) oder unspezifizierter Bitrate (UBR), so dass die angeforderte Verbindung gegebenenfalls doch zugelassen werden kann. Wenn es sich bei der neu einzurichtenden Verbindung um UBR- oder VBR-Verkehr handelt, kann sie unmittelbar auf dem virtuellen Pfad 16 befördert werden; wenn es sich um CBR-Verkehr handelt, vergrößert die Endgeräteschnittstelle den Anteil des virtuellen CBR-Pfades an der Bandbreite der Gruppe 14<sub>12</sub> zu Lasten des UBR- oder VBR-Pfades dieser Gruppe, und dadurch verdrängter

UBR- oder VBR-Verkehr wird auf dem virtuellen Pfad 16 befördert.

Einer zweiten Ausgestaltung zufolge überwacht die 5 Steuereinheit 13 zwar die Übertragungsqualität, so dass sie jederzeit entscheiden kann, welches die aktuell mögliche Kombination von Modulation und Codierung ist, die die höchste Übertragungskapazität hat, sie verwendet jedoch stets die robusteste unter den aktuell möglichen Kombinationen, die noch ausreicht, um den aktuellen Datenverkehr zu bewältigen. So kann die Sendeleistung im Mittel niedrig und die Störung benachbarter Sender gering gehalten werden. Sie weist zu diesem Zweck einen 10 Sendepuffer, in dem Daten der virtuellen UBR-Pfade der Gruppen  $14_{12}$ ,  $14_{13}$ ,  $14_{14}$  vor dem Sender zwischengespeichert werden können, und Mittel zum Überwachen des Füllstandes des Sendepuffers auf. Dieser Sendepuffer ermöglicht es der Funkschnitt- 15 stelle 9, eine Anfrage einer Endgeräteschnittstelle 10 nach mehr Übertragungskapazität sofort zu erfüllen, auch wenn die Bandbreite des aktuell verwendeten Übertragungsmodus voraussichtlich 20 nicht ausreicht, um die zusätzliche Verbindung zu bewältigen, indem der mit der Einrichtung der Verbindung einhergehende Zuwachs an Datenverkehr in 25 dem Sendepuffer zwischengespeichert wird, bis die Umschaltung auf einen schnelleren Übertragungsmodus vollzogen ist. Dabei wird der Füllstand des 30 Puffers als Kriterium für die Notwendigkeit der Umschaltung auf einen anderen Übertragungsmodus herangezogen: steigt er über eine erste kritische Grenze, so muss, um einen Überlauf zu vermeiden, auf einen schnelleren Übertragungsmodus gewechselt

werden; fällt er unter eine zweite, niedrige kritische Grenze, so ist der aktuell verwendete Modus schneller als erforderlich, und es kann an seiner Stelle ein robusterer Modus bei niedrigerer Sende-  
5 leistung eingesetzt werden.

Einer Weiterentwicklung zufolge steuert die Steuereinheit 13 auch die Sendeleistung auf der Funkstrecke in Abhängigkeit vom Bandbreitenbedarf,  
10 Kurzfristige Bedarfsspitzen können dann aufgefangen werden, indem die Sendeleistung über einen Sollwert angehoben wird, um so die Bitfehlerrate auf der Funkstrecke 5 zu verringern und die Zahl der Zellen zu verringern, die aufgrund eines Übertragungsfehlers ein zweites Mal gesendet werden  
15 müssen. Kriterium für diese Überhöhung der Sendeleistung ist, dass wie oben beschrieben, der Füllstand des Puffers einen Grenzwert überschreitet. Um benachbarte Funkstrecken nicht zu stören, sollte die Dauer der Sendeleistungsüberhöhung möglichst gering gehalten werden. Die Steuereinheit wechselt daher so bald wie möglich zu einem schnelleren Übertragungsmodus und reduziert die Sendeleistung wieder auf den Sollwert.  
20  
25

Wenn die Steuereinheit 13 eine Anforderung nach zusätzlicher Übertragungskapazität z. B. für die Gruppe 14<sub>12</sub> empfängt und die Bedingungen für die Funkübertragung schlecht sind, so dass keine Überschusskapazität über die 15 Mbit/s des Basismodus hinaus auf der Funkstrecke 5 zur Verfügung steht, muss die Anforderung noch nicht notwendigerweise abgewiesen werden. Vielmehr fragt in einem solchen Fall die Steuereinheit 13 den Auslastungsgrad der  
30

anderen Gruppen  $14_{13}$ ,  $14_{14}$  von virtuellen Pfaden von den ihnen zugeordneten CAC-Prozessoren der Endgeräteschnittstelle 10 ab, und wenn sich zeigt, dass eine der anderen Gruppen noch in der Lage wäre, die voraussichtliche Datenrate der zusätzlichen Verbindung zu befördern, bekommt die anfordernde Endgeräteschnittstelle 10 von der Steuer-Einheit 13 die Genehmigung, den ihr fest zugeordneten Teil der Bandbreite der Funkstrecke zu überschreiten, so dass sie gegebenenfalls der Verbindungsanforderung stattgeben kann.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Ausschnitts aus einer zweiten Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Netzwerks. Gezeigt sind zwei physikalische Knoten 20, 21, die über eine Funkstrecke 5 miteinander kommunizieren. Die physikalischen Knoten 20, 21 sind jeweils programmtechnisch in eine Mehrzahl von virtuellen Knoten 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub> bzw. 2<sub>a</sub>, 2<sub>b</sub>, 2<sub>c</sub> unterteilt, die jeweils von verschiedenen Anbietern a, b bzw. c genutzt werden. Jeder virtuelle Knoten ist mit Endgeräten von Kunden des betreffenden Anbieters und/oder mit nicht gezeigten anderen realen oder virtuellen Knoten des Netzes dieses Anbieters verbunden. Im Hinblick auf die Datenübertragung auf der Funkstrecke 5 entsprechen die virtuellen Knoten 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub> dem Senderknoten 1 aus Fig. 1 und die virtuellen Knoten 2<sub>a</sub>, 2<sub>b</sub>, 2<sub>c</sub> den Empfängerknoten 2, 3, 4.

Funkschnittstellen 9 der Knoten 20, 21 sind mit denen der Fig. 1 identisch, und auch die Aufteilung der Bandbreite der Funkstrecke 5 in mehrere

Gruppen 14<sub>a</sub>, 14<sub>b</sub>, 14<sub>c</sub> von virtuellen Pfaden 15, von denen jede jeweils dem Datenverkehr zwischen einem virtuellen Senderknoten 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub> und der Funkschnittstelle 9 des physikalischen Knotens 20 bzw. 5 zwischen der Funkschnittstelle 9 des physikalischen Knotens 21 und einem der virtuellen Empfängerknoten 2<sub>a</sub>, 2<sub>b</sub>, 2<sub>c</sub> entspricht, und einen keiner Gruppe zugeordneten Pfad 16 ist dieselbe wie im Falle der Fig. 1. Virtuelle Knoten wie 1<sub>a</sub>, 2<sub>a</sub> des 10 Anbieters a kommunizieren über eine zugeordnete Gruppe 14<sub>a</sub> von virtuellen Pfaden.

Falls hier ein Paar von virtuellen Knoten wie etwa 1<sub>a</sub>, 2<sub>a</sub> mehr Übertragungsbandbreite benötigt, als 15 der ihm zugeordneten Gruppe 14<sub>a</sub> von virtuellen Pfaden entspricht, ist die Handhabung exakt die gleiche wie bei dem mit Bezug auf Fig. 1 beschriebenen Netzwerk.

**Patentansprüche**

5

1. Verfahren zur Datenübertragung auf einer Funkstrecke (5) zwischen zwei Funkschnittstellen (9), die mehrere physikalische Übertragungsmodi mit unterschiedlicher Bandbreite unterstützen, mit den Schritten:

10

a) Einrichten mehrerer Gruppen (14<sub>12</sub>, 14<sub>13</sub>, 14<sub>14</sub>; 14<sub>a</sub>, 14<sub>b</sub>, 14<sub>c</sub>) von virtuellen Pfaden (15) auf der Funkstrecke (5) mit jeweils einer zugesicherten Bandbreite, so dass die Summe der den Gruppen zugesicherten Bandbreiten die Gesamtbandbreite der Funkstrecke im Betrieb mit einem als Basismodus bezeichneten Übertragungsmodus nicht überschreitet,

15

b) Erfassen der Übertragungsqualität der Funkstrecke (5), und, wenn die Übertragungsqualität der Funkstrecke dies zulässt,

20

c) Betreiben der Funkstrecke (5) mit einem Übertragungsmodus von höherer Bandbreite als der des Basismodus und Verwenden der Bandbreitendifferenz zwischen dem verwendeten und dem Basismodus für über die zugesicherte Bandbreite hinausgehenden Bandbreitenbedarf der Gruppen (14<sub>12</sub>, 14<sub>13</sub>, 14<sub>14</sub>; 14<sub>a</sub>, 14<sub>b</sub>, 14<sub>c</sub>) von virtuellen Pfaden (15).

25

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkstrecke (5) mit dem Übertragungsmodus mit der jeweils höchsten Bandbreite betrieben wird, der mit der erfassten Übertragungsqualität der Funkstrecke (5) kompatibel ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenn der Gesamtbandbreitenbedarf der Gruppen ( $14_{12}$ ,  $14_{13}$ ,  $14_{14}$ ;  $14_a$ ,  $14_b$ ,  $14_c$ ) von virtuellen Pfaden (15) kleiner als die Bandbreite des jeweils breitbandigsten der mit der erfassten Übertragungsqualität der Funkstrecke (5) kompatiblen Übertragungsmodi ist, der jeweils robusteste unter diesen kompatiblen Übertragungsmodi verwendet wird, dessen Bandbreite den Gesamtbandbreitenbedarf deckt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass kleine Änderungen des Bandbreitenbedarfs durch Anpassen der Sendeleistung auf der Funkstrecke (5) befriedigt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der auf einer Gruppe ( $14_{12}$ ,  $14_{13}$ ,  $14_{14}$ ;  $14_a$ ,  $14_b$ ,  $14_c$ ) von virtuellen Pfaden zu übertragenden Daten an der senderseitigen Funkschnittstelle (9) gepuffert wird und dass festgestellt wird, dass der aktuell verwendete Übertragungsmodus den Gesamtbandbreitenbedarf nicht deckt, wenn der Füllstand des Puffers einen Grenzwert übersteigt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die gepufferten Daten Daten wenigstens eines virtuellen Pfades mit unspezifizierter Bitrate sind.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder virtuellen Gruppe über die Zulassung einer neuen Verbindung mit einem CAC-Verfahren entschieden wird.

10

8. Netzwerk zur Datenübertragung, mit einer ersten Gruppe von Knoten (1; 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub>), einer mit den Knoten (1; 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub>) der ersten Gruppe verbundenen ersten Funkschnittstelle (9), einer zweiten Gruppe von Knoten (2, 3, 4; 2<sub>a</sub>, 2<sub>b</sub>, 2<sub>c</sub>), einer mit den Knoten der zweiten Gruppe verbundenen zweiten Funkschnittstelle (9) und einer Funkstrecke (5) zwischen den zwei Funkschnittstellen (9), über die mehrere Gruppen (14<sub>12</sub>, 14<sub>13</sub>, 14<sub>14</sub>; 14<sub>a</sub>, 14<sub>b</sub>, 14<sub>c</sub>) von virtuellen Pfaden (15) mit jeweils einer zugesicherten Bandbreite zwischen je einem Knoten (1; 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub>) der ersten Gruppe und einem Knoten (2, 3, 4; 2<sub>a</sub>, 2<sub>b</sub>, 2<sub>c</sub>) der zweiten Gruppe verlaufen, wobei die Summe der den Gruppen (14<sub>12</sub>, 14<sub>13</sub>, 14<sub>14</sub>; 14<sub>a</sub>, 14<sub>b</sub>, 14<sub>c</sub>) von virtuellen Pfaden zugesicherten Bandbreiten die Gesamtbandbreite der Funkstrecke (5) im Betrieb mit einem als Basismodus bezeichneten Übertragungsmodus nicht überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkschnittstellen (9) mehrere physikalische Übertragungsmodi mit un-

15

20

25

30

5

10

terschiedlicher Bandbreite unterstützen und eingerichtet sind, die Übertragungsqualität der Funkstrecke (5) zu erfassen und, wenn die Übertragungsqualität der Funkstrecke (5) dies zulässt, die Funkstrecke (5) mit einem Übertragungsmodus von höherer Bandbreite als der Basismodus zu betreiben und die Bandbreitendifferenz zwischen dem verwendeten und dem Basismodus für über die zugesicherte Bandbreite hinausgehenden Bandbreitenbedarf der Gruppen von virtuellen Pfaden zu verwenden.

Fig. 1

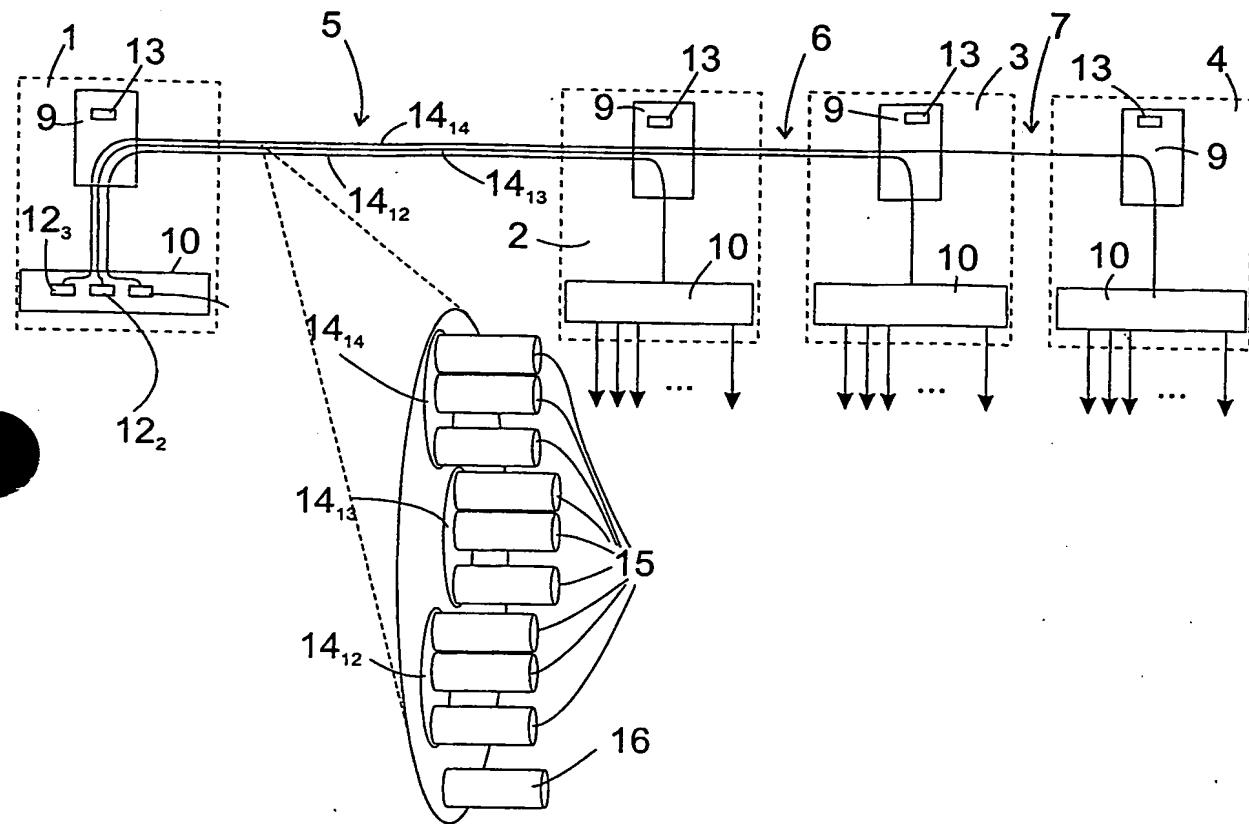
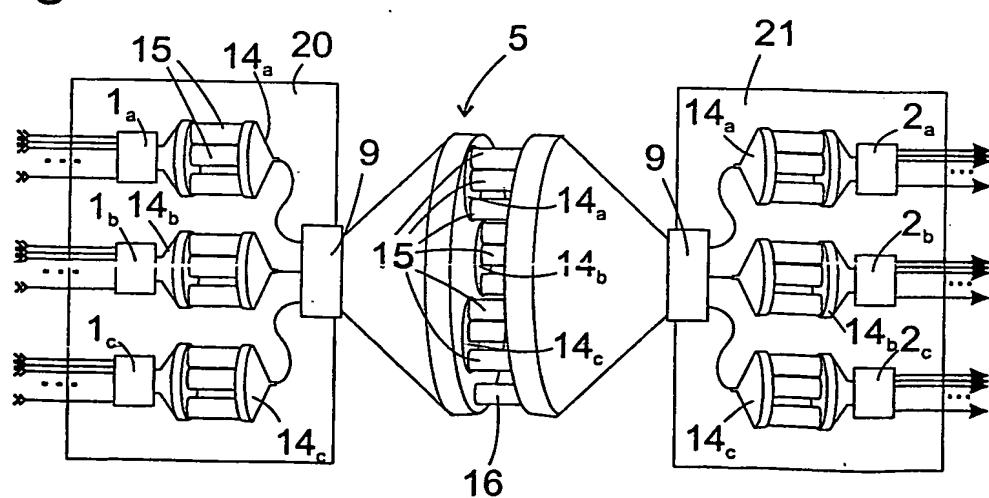


Fig. 2



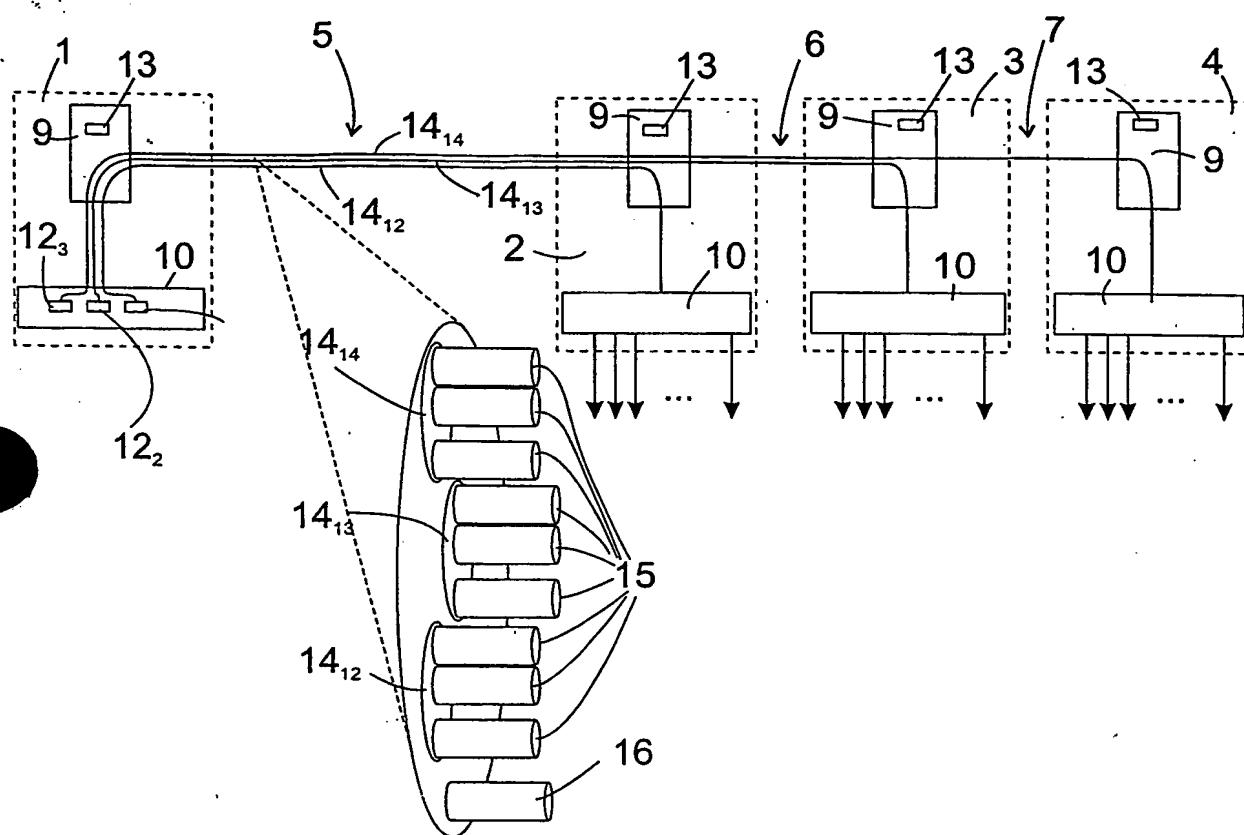
**Zusammenfassung**

5

Ein Netzwerk zur Datenübertragung umfasst zwei Gruppen von Knoten (1; 2, 3, 4), zu jeder Gruppe eine mit den Knoten (1) der Gruppe verbundene Funkschnittstelle (9) und eine Funkstrecke (5) zwischen den zwei Funkschnittstellen (9), über die mehrere Gruppen ( $14_{12}$ ,  $14_{13}$ ,  $14_{14}$ ) von virtuellen Pfaden (15) mit jeweils einer zugesicherten Bandbreite zwischen je einem Knoten (1) der ersten Gruppe und einem Knoten (2, 3, 4) der zweiten Gruppe verlaufen. Die Summe der den Gruppen ( $14_{12}$ ,  $14_{13}$ ,  $14_{14}$ ) von virtuellen Pfaden zugesicherten Bandbreiten überschreitet nicht die Gesamtbandbreite der Funkstrecke (5) im Betrieb mit einem als Basismodus bezeichneten Übertragungsmodus. Die Funkschnittstellen (9) unterstützen mehrere physikalische Übertragungsmodi mit unterschiedlicher Bandbreite und sind eingerichtet, die Übertragungsqualität der Funkstrecke (5) zu erfassen und, wenn die Übertragungsqualität der Funkstrecke (5) dies zulässt, die Funkstrecke (5) mit einem Übertragungsmodus von höherer Bandbreite als der des Basismodus zu betreiben und die Bandbreitendifferenz zwischen dem verwendeten und dem Basismodus für über die zugesicherte Bandbreite hinausgehenden Bandbreitenbedarf der Gruppen von virtuellen Pfaden zu verwenden.

(Fig. 1)

Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**